

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-340740
(P2000-340740A)

(43)公開日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 L 25/07		H 0 1 L 25/04	B
H 0 2 M 7/48		H 0 2 M 7/48	J

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-149928

(22)出願日 平成11年5月28日(1999.5.28)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 前川 博敏

東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三
菱電機エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 安西 清治

兵庫県神戸市兵庫区浜山通六丁目1番2号
三菱電機コントロールソフトウェア株式
会社内

(74)代理人 100080296

弁理士 宮園 純一

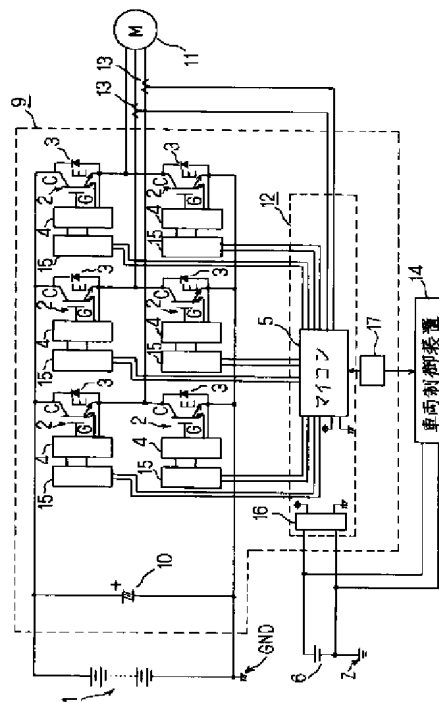
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車載用電力変換装置

(57)【要約】

【課題】 スイッチング時間の遅れや波形なまりを改善し、車載等の過酷な使用環境下においても信頼性の高い電力変換装置を得るとともに、高電圧回路の集約化と電力変換制御回路の小型化を図ることを目的とする。

【解決手段】 スイッチング素子の駆動・保護回路4と制御演算装置12とを、HVICを介して同一基板上に形成するとともに、上記同一基板上に形成されたスイッチング素子の駆動・保護回路4と制御演算装置12のそれぞれの電源GNDとを上記スイッチング素子2の電源GNDと共通とし、更に、上記基板と、スイッチング素子2と平滑用コンデンサ10とで構成される電力変換部とを同一モジュールで構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源の平滑用コンデンサと、2個のスイッチング素子を直列接続したアームを、上記直流電源間に3組並列に接続して成るスイッチング部と、上記各スイッチング素子を駆動及び保護する駆動・保護回路と、交流負荷制御回路である制御演算装置と、上記駆動・保護回路と上記制御演算装置とを絶縁する機能を有するとともに、上記駆動・保護回路と上記制御演算装置との間の信号伝達を行う信号伝達手段とを備え、直流電力を交流電力に変換して出力する車載用電力変換装置において、上記スイッチング素子の駆動・保護回路と上記制御演算装置とを上記信号伝達手段を介して同一基板上に形成するとともに、上記基板と、上記スイッチング素子と上記平滑用コンデンサとで構成される電力変換部とを同一モジュールで構成したことを特徴とする車載用電力変換装置。

【請求項2】 上記信号伝達手段を、高耐压の半導体集積回路により構成したことを特徴とする請求項1記載の車載用電力変換装置。

【請求項3】 スwitchング素子の駆動・保護回路と制御演算装置のそれぞれの電源GNDを、スイッチング素子の電源GNDと共通としたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の車載用電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体スイッチング素子を用いた車載用電力変換装置における電氣的絶縁方法と装置の小型化及び信頼性向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4は、従来の車載用電力変換装置の電源構成を示す回路ブロック図で、三相交流負荷を駆動するスイッチング部に関しては、その一相分の回路のみを抜粋した図である。なお、他二相分の回路は、上記一相分の回路と同一であるので、本図では省略する（図5の全体構成を示す回路ブロック図を参照）。同図において、1は図外の交流負荷を駆動するための高電圧系の直流電源であり、電気自動車などの用途では、一般に数十Vから数百Vの電圧が使用されている。また、上記直流電源1は、安全上の理由から車体とは電氣的に絶縁されている。2は上記直流電源1の電源間に2個直列に接続され、スイッチング部の1個のアームを構成するスイッチング素子で、一般的にIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）に代表されるパワー素子が使用されており、後述するように、3組のアームが並列接続された構成のスイッチング動作により、上記直流電源1を三相交流電力に変換して出力する。3は上記各スイッチング素子2とペアで構成され、スイッチング時の還流電流を交流負荷または直流電源1に還元するためのフライホイールダイオードである。4は上記各スイッチング素子

2を駆動するとともに、上記各スイッチング素子2を過熱や短絡電流等から保護するためのスイッチング素子の駆動・保護回路で、フォトカプラ8を介して、マイクロコンピュータ（以下、マイコンと略す）5の駆動信号出力ポートとスイッチング異常信号入力ポートとに接続されている。なお、10はスイッチング時のリップル電流を平滑するための平滑用コンデンサである。また、上記マイコン5の駆動電源は、低電圧系の直流電源6より供給され、一般的な定電圧レギュレータ回路7で作られた5Vを使用している。

【0003】このように、電気自動車やハイブリッド電気自動車の場合には、一般的に2種類の直流電源構成となっている。すなわち、低電圧系の直流電源6は、通常、車載用途で使用される12V電圧バッテリーが流用されており、電源のGND電位は車体の電位と共通となるように、ボディアースされている。また、高電圧系の直流電源1は、一般的に高電圧であることから、車体とは完全に電気絶縁された状態で使用される場合が多く、感電防止等の安全上の問題やスイッチング素子2の動作原理上（動作基準電位の違い）から、絶縁処理用素子を用いて、上記駆動・保護回路4と上記マイコン5との間に電氣的な絶縁処理を行っている。上記絶縁処理用素子としては、一般的に比較的安価で入手性のよいフォトカプラ（光半導体）8が使用される場合が多い。なお、以下では、上記ボディアースを符号Zで示す。

【0004】次に、図5の車載用電力変換装置の全体回路ブロック図について説明する。なお、図4と同符号のものは、同じ機能を有する。車載用電力変換装置の主回路である高電圧系を構成する電力変換装置9は、直流電源1と、平滑用コンデンサ10と、3組並列に接続された6個のスイッチング素子2と6個のフライホイールダイオード3で構成されたスイッチング部とを備え、平滑用コンデンサ10の端子間でスイッチング時のリップル電流が平滑された直流電圧を三相交流電圧に変換（逆変換）し、負荷となる交流電動機等の三相交流負荷11に可変電圧可変周波数の三相交流電力を供給する。上記スイッチング素子2には、一般的にIGBTが使用される場合が多く、同図において、Gはゲート、Cはコレクタ、Eはエミッタを表す。スイッチング素子の駆動・保護回路4は、通常、上記電力変換装置9とは分離されて設けられた交流負荷制御回路である制御演算装置12からの駆動信号を電流増幅した後、上記各スイッチング素子をオン（導通）・オフ（遮断）することで、直流電源1の直流電力を可変電圧可変周波数の三相交流電力に変換するのに必要なスイッチング動作を行わせるもので、PWM制御に代表されるデジタル信号による駆動方法が多く使用されている。また、上記駆動・保護回路4は、スイッチング素子2の過熱や短絡電流等を図外のセンサで検知し、上記センサ信号に基づいて上記スイッチング素子2を保護する働きを持つ。このため、制御演算装置

12は、一般的に交流負荷制御演算を行うためのマイコン5を内蔵し、電流検出器13で検出した三相交流負荷11の各相電流や車両制御装置14からの三相交流負荷トルク制御指令信号、その他アラーム信号などを取り込み、種々の保護機能を備えた電力変換装置9を制御するようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の車載用電力変換装置は以上のように構成されているので、安全上、または動作原理上、スイッチング素子の駆動・保護回路4と制御演算装置12との間を電気的に絶縁する必要がある。上記絶縁処理用素子としては、一般的に光半導体素子から成るフォトカプラ8を使用している場合が多い。しかしながら、このフォトカプラ8は、光半導体の性質・構造上、車載等の温度サイクルの厳しい過酷な環境下で使用すると光結合部のシール性が劣化し、一次側と二次側の結合度（増幅度）が低下する。また、最悪の場合、一次側と二次側が結合されず、信号伝達ができなくなる等の信頼性（製品寿命）の点での問題があった。また、絶縁のための信号変換行程（電気信号→光信号→電気信号）が必要となるため、入力信号と出力信号の間に遅延時間や波形のなまりが発生し、PWM駆動に必要なスイッチング時間幅が確保されない等の制約があった。

【0006】この発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、スイッチング時間の遅れや波形なまりを改善し、車載等の過酷な使用環境下においても信頼性の高い電力変換装置を得るとともに、高電圧回路の集約化と電力変換制御回路の小型化を図ること目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係わる車載用電力変換装置は、スイッチング素子の駆動・保護回路と制御演算装置とを、絶縁機能を有し、上記駆動・保護回路と上記制御演算装置との間の信号伝達を行う信号伝達手段を介して同一基板上に形成するとともに、上記基板と、上記スイッチング素子と上記平滑用コンデンサとで構成される電力変換部とを同一モジュールで構成したものである。

【0008】請求項2の発明に係わる車載用電力変換装置は、上記信号伝達手段を、フォトカプラのような絶縁素子ではなく、HVIC（High Voltage Integrated Circuit；高耐圧の半導体集積回路）により構成したものである。

【0009】請求項3の発明に係わる車載用電力変換装置は、同一基板上に形成されたスイッチング素子の駆動・保護回路と制御演算装置のそれぞれの電源GNDを、スイッチング素子の電源GNDと共通としたものである。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい

て、図面に基づき説明する。なお、以下の説明中、従来例と共通する部分については同一符号を用いて説明する。

実施の形態1．図1は、本発明の車載用電力変換装置の電源構成を示す回路ブロック図で、三相交流負荷を駆動するスイッチング部に関しては、その一相分の回路のみを抜粋した図である。図1において、1は高電圧系の直流電源、2はIGBTから成るスイッチング素子、3はフライホイールダイオード、4はスイッチング素子の駆動・保護回路、10は平滑用コンデンサ、12は交流負荷制御演算を行うためのマイコン5と低電圧系の直流電源6とを備えた制御演算装置、15は上記制御演算装置12とを絶縁する機能を有するとともに、上記駆動・保護回路4と上記制御演算装置12との間の信号伝達を行う信号伝達手段であるHVIC、16は上記マイコン5に電圧を供給するための絶縁電源である。本実施の形態の車載用電力変換装置は、従来の装置に対して、スイッチング素子の駆動・保護回路4と交流負荷制御回路である制御演算装置12に内蔵されているマイコン5との絶縁処理用素子であるフォトカプラ8を廃止し、HVIC（High Voltage Integrated Circuit；高耐圧の半導体集積回路）15を使用している点と、マイコン5の電源GNDを高電圧系の直流電源1のGNDと共通にする点と、マイコン5用電源に、低電圧系の直流電源から5V電圧を得る絶縁電源16を用いることで、最小限に車体との電気絶縁を構成している点が大きく異なっている。

【0011】HVICは、一般的には、Nch MOSで低電圧系から高電圧系へ、Pch MOSで高電圧系から低電圧系へ信号レベルのシフトを行う周知の高耐圧の半導体集積回路であり、J I形、D I形と呼ばれている構造が多く用いられている。上記HVICは、MOSゲート相当の絶縁抵抗が確保できることから、産業・民生分野においては、絶縁機能を有する信号伝達手段として実用化されている。HVICは、図2の等価回路ブロック図に示すように、接続点aを介してマイコン5の出力ポートと接続される高耐圧のNch MOS（HV Nch MOS）を備えたON回路15a及びOFF回路15bと、上記ON回路15a及びOFF回路15bからの出力に応じて作動するSR-FF（スレーブ・フリップフロップ）15cとを備え、マイコン5からの信号をスイッチング素子の駆動・保護回路4へ伝達する第1の信号伝達回路15Aと、接続点bを介して上記駆動・保護回路4の出力側と接続されるHV Pch MOSを備えたON回路15d及びOFF回路15eと、上記ON回路15d及びOFF回路15eからの出力に応じて作動するSR-FF15fとを備え、上記駆動・保護回路4からの信号をマイコン5へ伝達する第2の信号伝達回路15Bとから構成され、上記駆動・保護回路4とマイコン5とを絶縁する機能を有するとともに、上記駆動・保護

回路4とマイコン5との間の信号伝達を行う。

【0012】すなわち、第1の信号伝達回路15Aでは、接続点aから入力された入力パルスの立ち上がりエッジでON回路15aが作動し、立ち下がりエッジでOFF回路15bが作動することにより2系統の信号を作り、後段のSR-FF15cを作動させる。ON回路15aのHV Nch MOSがオンすることで、SR-FF15cがセットされ、駆動・保護回路4との接続点bの電位がHighになり、ON回路15bのHV Nch MOSがオンすることで、SR-FF15cがリセットされ、上記b点の電位がLowになることにより、マイコン5からの信号がスイッチング素子の駆動・保護回路4へ伝達される。第2の信号伝達回路15Bは、上記第1の信号伝達回路15Aにおいて、高耐圧の MOSがNch MOSからPch MOSに変わっただけであり、同様の動作を行い、スイッチング素子の駆動・保護回路4からの信号をマイコン5へ伝達する。

【0013】次に、上記構成の車載用電力変換装置の動作について説明する。マイコン5は、制御演算装置12に内蔵され予め定められたパターンでPWM信号を出力し、HVIC15を介してスイッチング素子駆動・保護回路4をオン（導通）・オフ（遮断）することで、スイッチング素子2を駆動して、高電圧系の直流電源1を可変電圧可変周波数の三相交流電力に変換（逆変換）する。また、スイッチング素子2が過熱や短絡電流などの異常を発生した時には、スイッチング素子駆動・保護回路4内部にて、スイッチング素子2へのゲート信号を遮断するなどの処理を行い、同時に、上記異常が発生したことをHVIC15を介してマイコン5に伝達する。このように、本実施の形態の車載用電力変換装置は、GNDレベルの異なる素子間の信号伝達にHVIC15を使用しているため、フォトカプラを使用しなくても、マイコン5のGNDを高電圧系の直流電源1のGNDと共通にすることができるので、電力変換制御回路を小型化することができる。

【0014】実施の形態2。図3は、本発明の車載用電力変換装置の全体回路ブロック図を示している。なお、図3において、上記図1と同符号のものは、同様の機能を有する。本発明の車載用電力変換装置は、従来の装置に対して、交流負荷制御回路である制御演算装置12を電力変換装置9に内蔵し、上記制御演算装置12とスイッチング素子の駆動・保護回路4とを同一基板上に形成する構成としている。更に、上記実施の形態1で説明したように、マイコン5を含んだ制御演算装置12の大半の回路のGND電位が、スイッチング素子2のアームのLow側の基準電位、すなわち高電圧系の直流電源1のGND電位と共通になるようにしているので、トリプルブリッジに回路構成された6個のスイッチング素子2を、フォトカプラのような電気絶縁素子を使用しなくても、あたかも同電位コモンであるかのように信号伝達す

ることが可能になる。また、スイッチング素子2の過熱や短絡電流などの異常発生時には、スイッチング素子2のオンチップ上に形成されたセンサの信号により、スイッチング素子の駆動・保護回路4内部にて異常処理するとともに、異常が発生したことをHVIC15を介してマイコン5に伝達するようにしている。したがって、通常、電力変換装置9とは分離された車両制御装置14との制御指令信号の伝達部分で一括して電気的な絶縁を行うことにより、高電圧回路の集約と電力変換制御回路の小型化を実現することができる。

【0015】また、従来のフォトカプラに代えて、HVIC15を使用したことで、絶縁処理時における電気信号から光信号などの変換行程がないことから、信号伝達速度が大幅に向上し、スイッチングパルス幅を有効に利用することができ、PWM制御範囲が拡大する。更に、電力変換装置9にマイコン5を含んだ制御演算装置12を配置したことでスイッチング素子2のオンチップ上に形成されたセンサの学習制御機能や上記センサ信号を用いての保護機能等を容易に付加でき、高機能な電力変換装置となっている。なお、HVIC15は、完全な電気絶縁にはならないため、安全上、外部の車両制御装置14との間に電気絶縁素子17が必要となるが、外部の車両制御装置14との信号伝達方法を一般的なシリアル通信、またはLAN形式にすることで信号伝達の本数を減少すればよい。このことは、車両配線の削減に寄与し、コネクタ接触不良等の確率が減少することから信頼性向上にも繋がる。上記電気絶縁素子17には、例えばパルストランスのような磁気結合素子を使用すればよい。

【0016】なお、上記実施の形態1、2においては、スイッチング素子2として、一般的なIGBTを使用した例を示したが、バイポーラトランジスタやMOSFET等のパワー素子を使用しても、同様の効果が得られることは明らかである。

【発明の効果】

【0017】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、スイッチング素子駆動・保護回路と制御演算装置とを、絶縁機能を有する信号伝達手段を介して、同一基板上に形成するとともに、上記基板と、上記スイッチング素子と上記平滑用コンデンサで構成される電力変換部とを同一モジュールで構成することにより、信号伝達距離を短くでき、回路を小容量化することができるので、車載用電力変換装置自体を小型化することができる。また、装置のEMC特性を向上させることができる。

【0018】請求項2に記載の発明によれば、上記信号伝達手段を、HVICにより構成したので、車載等の過酷な環境下においても信頼性の高い電力変換装置を得ることができる。また、スイッチング時間の遅延や波形なまりを改善することができるので、PWM制御波形のデューティ領域を広く使用でき、制御領域を拡大するこ

とができる。

【0019】請求項3に記載の発明によれば、同一モジュール内に形成されたスイッチング素子の駆動・保護回路と制御演算装置のそれぞれの電源GNDを、スイッチング素子の電源GNDと共通としたので、高電圧回路の集約と電力変換装置自体の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態に係わる車載用電力変換装置の電源回路ブロック図である。

【図2】 HVICの等価回路ブロック図である。

【図3】 本実施の形態に係わる車載用電力変換装置の全体回路ブロック図である。

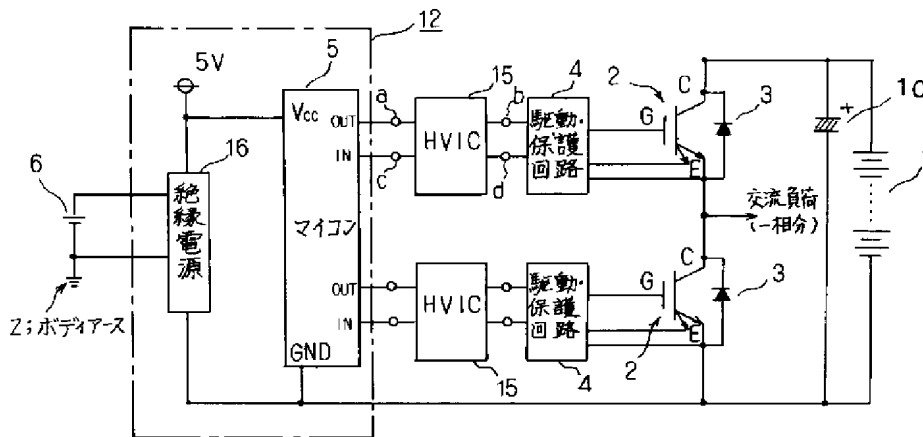
【図4】 従来の車載用電力変換装置の電源回路ブロック図である。

【図5】 従来の車載用電力変換装置の全体回路ブロック図である。

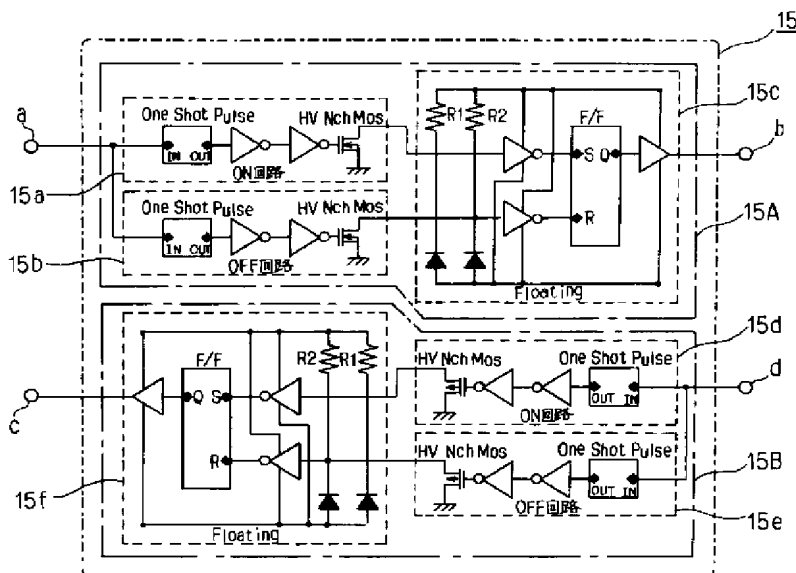
【符号の説明】

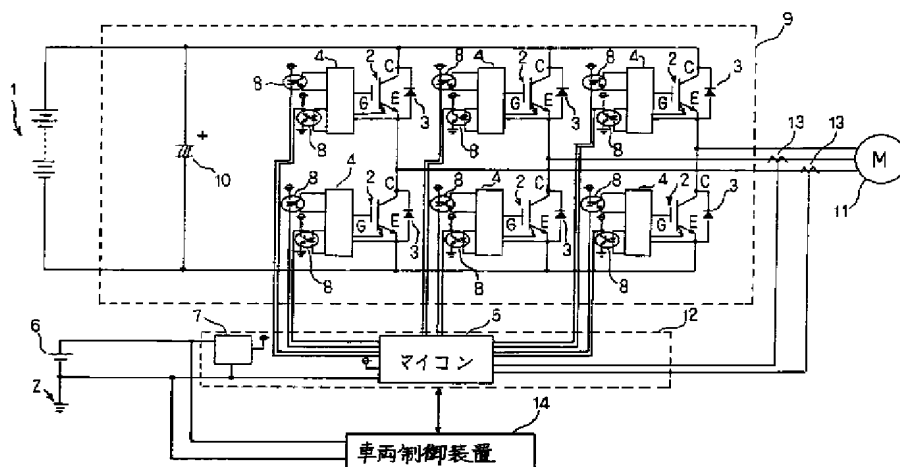
1 高電圧系の直流電源、2 スwitchング素子、3 フライホイールダイオード、4 スwitchング素子の駆動・保護回路、5 マイコンコンピュータ、6 低電圧系の直流電源、9 電力変換装置、10 平滑用コンデンサ、11 三相交流負荷、12 制御演算装置、13 電流検出器、14 車両制御装置、15 HVIC、16 絶縁電源、17 電気絶縁素子。

【図1】



【図2】





フロントページの続き

(72)発明者 土屋 英二
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三
菱電機エンジニアリング株式会社内